

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การเตรียมวัตถุดิบและศึกษาคุณภาพหน่อไม้ไผ่รวกหวาน

นำหน่อไม้ที่ได้จากกลุ่มเกษตรกร จ.กาญจนบุรี มาปอกเปลือกล้างทำความสะอาดหั่นตรงส่วนกลางออกมา สไลด์ตามขวางได้ค่าคุณภาพดังตารางที่ 4 หน่อไม้มีสีเหลืองอ่อน มีค่าสี $L^* = 76.98$, $a^* = 2.17$ และ $b^* = 16.88$ ค่าเนื้อสัมผัสเท่ากับ 322.95 N ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 92.58, 0.47, 0.13, 5.31, 0.45 และ 1.06 ตามลำดับ พบจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.2×10^6 โคโลนีต่อกรัม และยีสต์-รา 1.3×10^2 โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 4 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของวัตถุดิบหน่อไม้ไผ่รวกหวาน

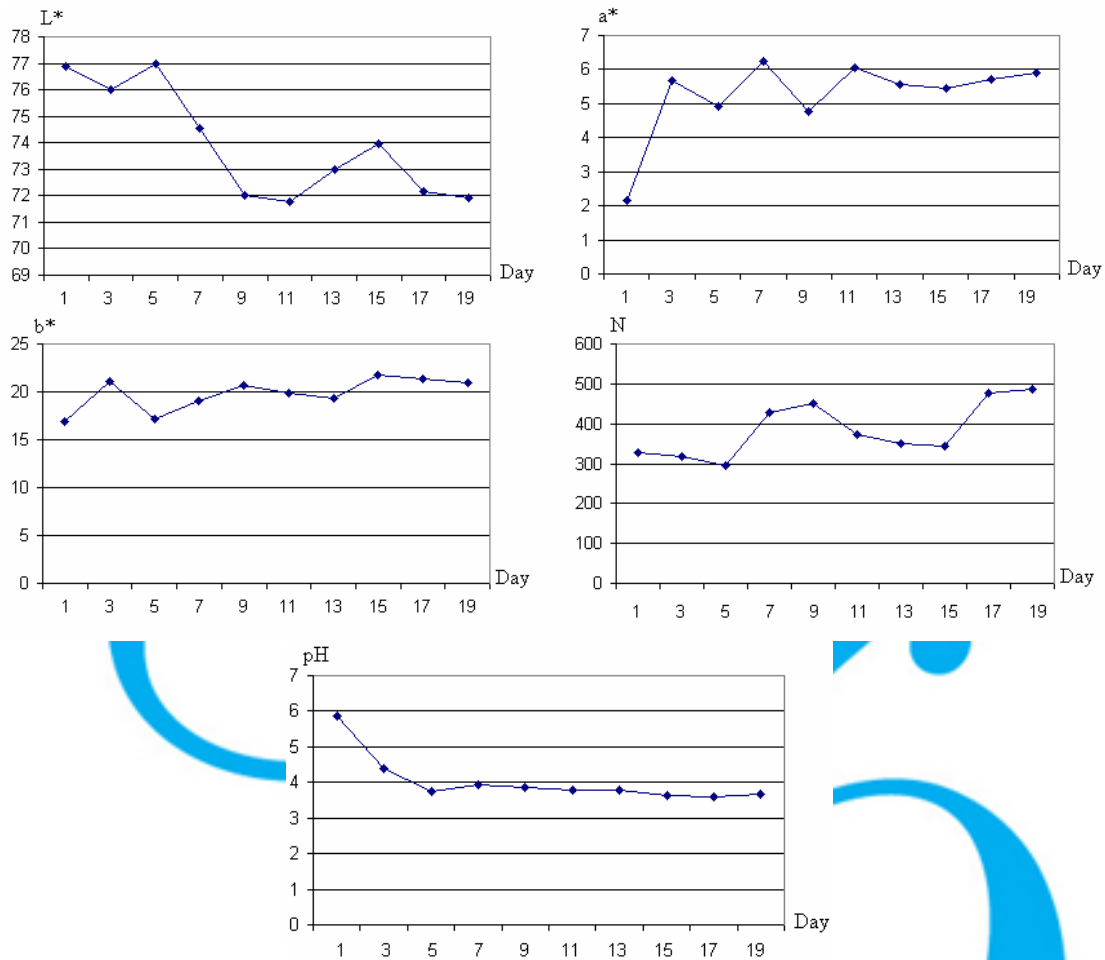
ค่าคุณภาพ	หน่อไม้
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	76.98
L^*	2.17
a^*	16.88
b^*	322.95
เนื้อสัมผัส (Hardness)	322.95
ค่าคุณภาพทางเคมี	
ความชื้น (%)	92.58
โปรตีน (%)	0.47
ไขมัน (%)	0.13
เถ้า (%)	0.45
คาร์โบไฮเดรต (%)	5.31
ใยอาหาร(%)	1.06
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	1.2×10^6
ยีสต์และรา (CFU/g)	1.3×10^2

4.2 ศึกษาสูตรในการผลิตหน่อไม้ดอง

การดองแบบดั้งเดิมจะใช้เวลาประมาณ 16 วัน จึงสามารถนำหน่อไม้มาบริโภคได้ โดยมีค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 3.6 ผลของการดองทำให้ค่าความสว่างของหน่อไม้ลดลง ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำเล็กน้อย ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ค่าความเป็นสีเหลืองค่อนข้างคงที่ ปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นค่อนข้างช้า ดังแสดงในตารางที่ 5 เนื้อหน่อไม้จะไม่เป็นชิ้นสวยงามเท่าที่ควร เนื่องจากมีการนวดกับเกลือแล้วบีบน้ำออกก่อนทำการหมักในสภาวะไม่มีอากาศ และจะเหนียวขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 5 คุณภาพด้านต่าง ๆ ของหน่อไม้ที่ดองสูตรดั้งเดิม

วันที่	สี			เนื้อสัมผัส (N)	ความเป็นกรด-เบส	ปริมาณ Lactic (CFU/g(ml.))
	L*	a*	b*			
0	76.88	2.17	16.88	328.55	5.86	5.5×10^4
2	75.99	5.67	21.12	317.5	4.38	1×10^6
4	76.99	4.93	17.21	294.42	3.73	1.3×10^5
6	74.57	6.26	19	427.26	3.95	1×10^7
8	72.01	4.78	20.66	451.73	3.87	5.4×10^6
10	71.76	6.07	19.81	371.62	3.77	8.5×10^2
12	72.99	5.58	19.36	349.02	3.79	3×10^2
14	73.94	5.46	21.77	343.58	3.62	50
16	72.17	5.71	21.35	476.87	3.6	<5
18	71.92	5.91	20.91	485.12	3.67	<5
20	71.98	6.01	21.13	486.17	3.66	<5



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าคุณภาพต่าง ๆ ของหน่อไม้ดองเปรี้ยวสูตรดั้งเดิมตลอดระยะเวลาการดอง

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า คุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี, ค่าเนื้อสัมผัส) ของหน่อไม้ดองเปรี้ยวสูตรดั้งเดิม พบว่า ค่า L^* จะมีค่าลดลงเมื่อมีระยะเวลาในการดองเพิ่มขึ้น แต่ค่า a^* , b^* และ N จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาในการดองที่เพิ่มขึ้น และคุณภาพทางเคมี พบว่า ค่า pH ของหน่อไม้ดองเปรี้ยวในช่วงระยะ 5 วันแรกค่า pH จะลดลงอย่างรวดเร็วจนมีค่าประมาณ 3.7 และหลังจากนั้น ค่า pH จะคงที่เมื่อมีระยะเวลาในการดองที่นานขึ้น เนื่องจากในช่วงแรกปริมาณของ lactic acid bacteria จะเป็นช่วง log phase ซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วทำให้มีการสร้างกรดแลกติกในปริมาณที่มากเป็นผลให้หน่อไม้ดองเปรี้ยวมีค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อมีระยะเวลาในการดองที่นานขึ้น เชื้อจะเข้าสู่ช่วง station phase ซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ไม่สามารถเพิ่มปริมาณของกรดแลกติก จึงเป็นผลให้ค่า pH ของหน่อไม้ดองเปรี้ยวคงที่

4.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหน่อไม้ดอง

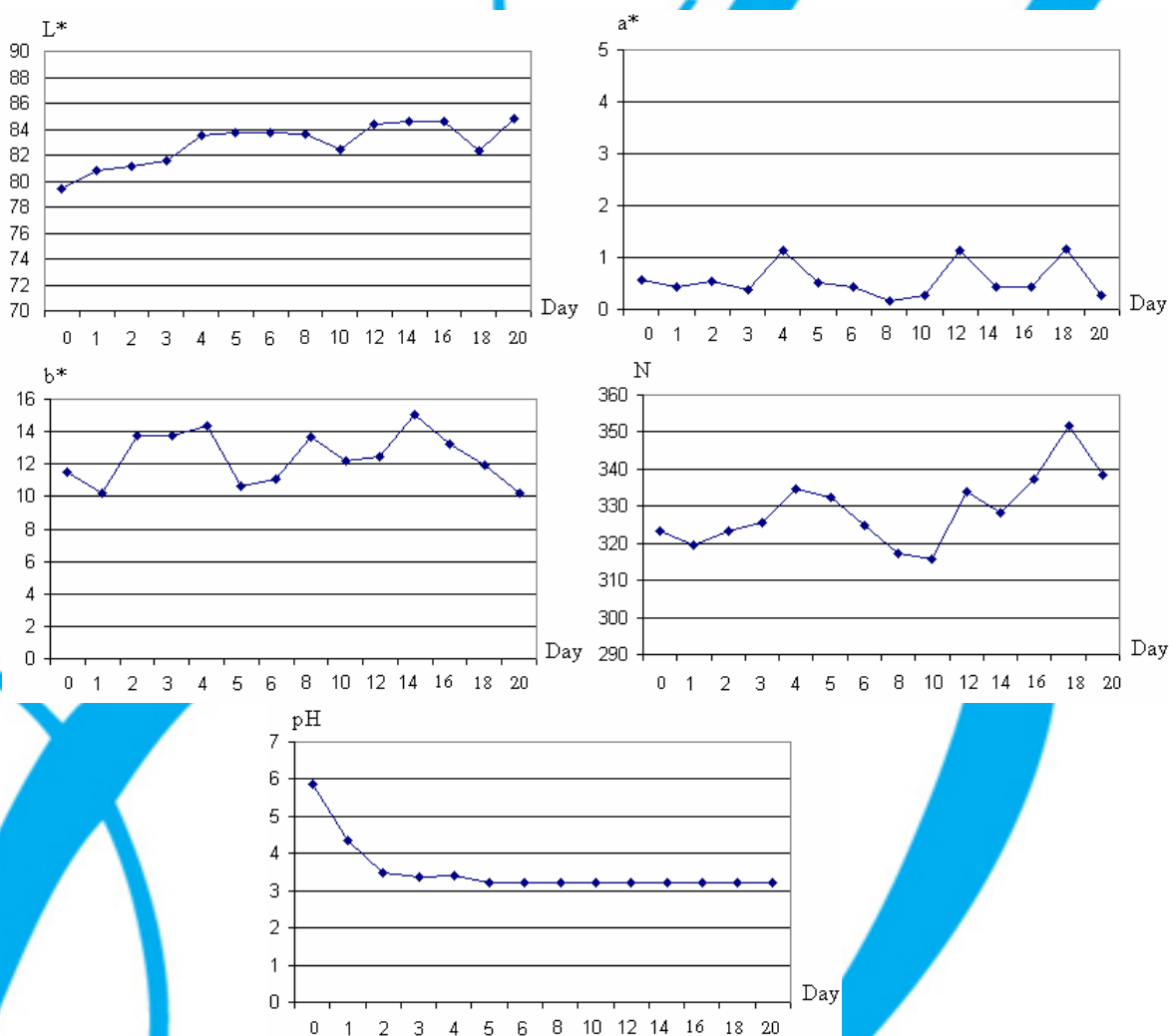
การแช่สารละลาย KMS ก่อนทำการดอง เพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวสวย แต่ผลของ KMS ทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทำให้การดองไม่เกิดผลตามที่ต้องการ และการดองที่สารละลายเกลือความเข้มข้นร้อยละ 10 น้ำตาลร้อยละ 5 การเจริญของเชื้อเกิดขึ้นช้า เนื่องจากความเข้มข้นของเกลือสูง ต้องใช้ระยะเวลาในการดองนาน และผู้บริโภคให้ความเห็นว่าหน่อไม้เค็มมากเกินไป จึงทำการปรับปรุงสูตรใหม่ โดยดองในสารละลายเกลือ ร้อยละ 2.5 ในสารละลายน้ำตาลทราย ร้อยละ 5 ที่อัตราส่วนเนื้อต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2 การเจริญของเชื้อเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 3 วันแรก ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณภาพด้านต่าง ๆ ของหน่อไม้ที่ดองสูตรที่ได้รับการปรับปรุง

วันที่	สี			เนื้อสัมผัส (N)	ความเป็นกรด-เบส	ปริมาณ Lactic (CFU/g(ml.))
	L*	a*	b*			
0	79.45	0.58	11.47	323.30	5.88	3.4×10^4
1	80.85	0.42	10.18	319.56	4.37	$>300 \times 10^5$
2	81.16	0.54	13.72	323.37	3.50	1.9×10^9
3	81.52	0.37	13.76	325.69	3.38	7.6×10^8
4	83.51	1.13	14.35	334.62	3.39	5.4×10^8
5	83.69	0.52	10.64	332.41	3.23	1.1×10^8
6	83.72	0.44	11.08	324.75	3.22	2.2×10^7
8	83.63	0.15	13.66	317.41	3.21	<5
10	82.40	0.27	12.17	315.69	3.22	<5
12	84.42	1.14	12.43	333.84	3.21	<5
14	84.59	0.42	15.02	328.19	3.22	<5
16	84.64	0.44	13.27	337.13	3.21	<5
18	82.33	1.17	11.95	351.70	3.21	<5
20	84.80	0.26	10.17	338.50	3.22	<5

หน่อไม้สามารถนำมาทานได้เมื่อผ่านการดองครบ 7 วัน นำมาทดสอบเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสกับตัวอย่างที่ดองโดยวิธีดั้งเดิม และตัวอย่างหน่อไม้เปรี้ยวจากตลาด (ตารางที่ 7) พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับสูตรที่ทำการปรับปรุงมี

ค่าเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด เนื่องจากมีลักษณะเป็นชิ้นสวยงาม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า หน่อไม้ดองเปรี้ยวที่ไม่ได้การพัฒนาสูตร มีวิธีการผลิตที่ไม่ทำให้ลักษณะเนื้อหน่อไม้เปลี่ยนไป เนื่องจากวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมจะมีการบีบน้ำออกจากเนื้อหน่อไม้ แต่สำหรับหน่อไม้ดองที่พัฒนาสูตรจะไม่มีกรบีบน้ำออกจากเนื้อหน่อไม้ และความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ (สารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 5 และเกลือร้อยละ 2.5) เป็นระดับที่เกิดการหมักกรดแลคติกที่ดีที่สุด (กุลวดี, 2537)



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าคุณภาพต่างๆ ของหน่อไม้ดองเปรี้ยวสูตรปรับปรุงตลอดระยะเวลาการดอง

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยต่างๆ ที่เติมลงไปจะไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านกายภาพของหน่อไม้ดองเปรี้ยว แต่ในคุณภาพทางด้านเคมีพบว่า ค่า pH ของหน่อไม้ดองเปรี้ยวจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยใช้ระยะเวลาเพียง 2-3 วัน เนื่องจากอัตราการเกิดกรดแลคติกมีปริมาณที่มาก ทั้งนี้

พบว่าการใช้ปริมาณของสารละลายน้ำตาลทรายร้อยละ 5 และการใช้เกลือในปริมาณร้อยละ 2.5 จะทำให้อัตราการหมักเกิดขึ้นได้เร็วที่สุด (กุลวดี, 2537)

ตารางที่ 7 ค่าคุณภาพทางด้านต่าง ๆ ของตัวอย่างหน่อไม้

ค่าคุณภาพ		1	2	3
คุณภาพทางกายภาพ				
ค่าสี	L*	76.70	85.42	70.45
	a*	1.62	0.76	7.62
	b*	18.66	11.08	74.8
เนื้อสัมผัส		430.14	375.23	528.64
คุณภาพทางเคมี				
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)		3.6	3.2	3.6
คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
ความชอบรวม		7.11 ^a	7.08 ^a	6.59 ^b
สี		7.06 ^a	6.80 ^a	6.84 ^a
กลิ่นหน่อไม้		6.86 ^a	6.82 ^a	6.16 ^b
กลิ่นรสหน่อไม้		6.80 ^a	6.76 ^a	6.24 ^b
ความกรอบ		6.78 ^b	7.00 ^a	6.64 ^b
รสชาติ		7.02 ^a	6.86 ^{ab}	6.50 ^b

หมายเหตุ 1 หมายถึง ตัวอย่างควบคุมที่ได้จากข้อ 4.2

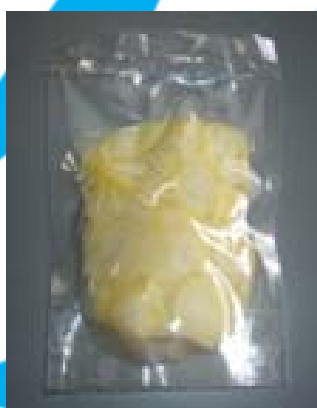
2 หมายถึง ตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นมา

3 หมายถึง ตัวอย่างที่ได้จากท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองบรรจุถุงสุญญากาศผ่านกรรมวิธีในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ภาพที่ 5 มีค่าสี L*=88.80, a*=1.90 และ b*=15.54 ค่าเนื้อสัมผัสเท่ากับ 378.31 N ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือ และใยอาหาร เท่ากับร้อยละ 88.37, 1.38, 0.27, 5.13, 3.57 และ 1.28 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 3.2 ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์-รา ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าคุณภาพทางด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองที่พัฒนาได้

ค่าคุณภาพ	หน่อไม้ดอง
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	88.80
a*	1.90
b*	15.54
เนื้อสัมผัส (Hardness)	378.31
ค่าคุณภาพทางเคมี	
ความชื้น (%)	88.37
โปรตีน (%)	1.38
ไขมัน (%)	0.27
เถ้า (%)	3.57
คาร์โบไฮเดรต (%)	5.13
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	3.2
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	-
ยีสต์และรา (CFU/g)	-



ภาพที่ 5 หน่อไม้ดองบรรจุถุงสุญญากาศที่พัฒนาได้

4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองบรรจุถุงสุญญากาศที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) ทำการตรวจสอบคุณภาพทุก 2 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* เนื้อสัมผัส คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์-รา (ตารางที่ 9) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความเข้มในแต่ละคุณลักษณะ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 ค่าคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองบรรจุถุงสุญญากาศในช่วงการเก็บรักษา

สัปดาห์ที่	ค่าสี			Hardness (N)	pH	จุลินทรีย์ ทั้งหมด (CFU/g)	ยีสต์-รา (CFU/g)
	L*	a*	b*				
0	85.40	0.78	12.53	331.91	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
2	81.20	0.20	11.20	313.34	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
4	82.21	0.10	10.80	348.52	3.22	ไม่พบ	ไม่พบ
6	88.31	0.57	12.30	373.91	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
8	85.83	0.38	12.49	382.44	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
10	89.09	0.50	11.92	352.51	3.22	ไม่พบ	ไม่พบ
12	84.51	0.43	11.51	322.46	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
14	79.06*	0.37	10.00	373.80	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
16	79.79*	0.79	11.79	357.34	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
18	81.78	0.97	10.24	310.50	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
20	82.55	0.67	11.51	340.78	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ
22	78.49*	0.26	10.48	355.09	3.22	ไม่พบ	ไม่พบ
24	79.08*	0.11	11.43	371.21	3.21	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ

* หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสัปดาห์เริ่มต้น ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หน่อไม้ต้องเปรี้ยว พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นจะมีค่าสีที่เพิ่มขึ้น โดยค่าความสว่าง (L^*) ลดลง โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับวันเริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 22 ซึ่งคุณภาพทางประสาทสัมผัสยังไม่สามารถจำแนกความแตกต่างส่วนนี้ได้ อาจเนื่องมาจาก การนำหน่อไม้ไปผ่านการผัดโดยมีเครื่องปรุงรส ทำให้ผู้ไม่ชอบสังเกตสีของหน่อไม้ได้ไม่ชัดเจน ที่ ส่วนค่า a^* ความถึงค่าความเป็นสีแดงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับวันเริ่มต้น ค่า b^* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับวันเริ่มต้น ($p \geq 0.05$) ค่าเนื้อสัมผัส ค่าความเป็นกรด-เบสก่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติกับวันเริ่มต้น ($p \geq 0.05$) การทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตลอดทั้ง 24 สัปดาห์ ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์-รา เนื่องจากการนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ก็เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 10 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความเข้มของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ต้องบรรจุถุงสุญญากาศ

วันที่	สี	กลิ่นหน่อไม้	กลิ่นรสหน่อไม้	ความกรอบ	ความเปรี้ยว	กลิ่นแปลกปลอม
0	7.58	3.87	5.85	7.42	2.82	0
2	7.22	3.54	5.67	7.33	2.76	0
4	7.86	3.70	5.81	7.18	2.74	0
6	7.41	4.08	5.99	7.39	2.72	0
8	7.18	3.60	5.56	7.03	2.69	0
10	7.19	3.94	5.30	7.61	2.74	0
12	7.82	3.60	5.75	7.31	2.45	0
14	7.58	3.87	5.85	7.42	2.57	0
16	7.68	3.57	5.96	7.22	2.69	0
18	7.19	3.94	5.56	7.03	2.88	0
20	7.58	3.87	5.85	7.42	2.57	0
22	7.13	3.72	5.42	7.57	2.76	0
24	7.52	3.59	5.45	7.18	2.84	0

การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความเข้ม ทำโดยนำผลิตภัณฑ์หน่อไม้
ดองบรรจุถุงสุญญากาศมาตัดกับไก่ โดยใช้อัตราส่วนในการใช้ส่วนผสมเท่ากันทุกครั้ง ผู้ทดสอบที่
ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน ไม่พบความแตกต่างในด้านกลิ่นหน่อไม้ กลิ่นรสหน่อไม้ ความ
เปรี้ยว และกลิ่นแปลกปลอม ผู้ทดสอบให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองบรรจุสุญญากาศ
ตลอดอายุการเก็บรักษา ที่ 6 เดือน

ผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองบรรจุสุญญากาศสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง 30
องศาเซลเซียสได้ 6 เดือน โดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงในค่าคุณภาพทุก ๆ ด้าน และยังคงเป็นที่
ยอมรับของผู้บริโภค